



UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE PLAN DE RUTAS DE
BARRIDO MANUAL Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS DOMICILIARIOS DEL DISTRITO DE OYOTÚN**

PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

Autor

Caján García Diego Francisco

Asesor

Juárez Chunga Ana

Línea de investigación

Calidad ambiental

Chiclayo – Perú

2018

Lic. Ana Juárez Chunga

ASESOR

Dr. Eduardo Tejada Sánchez

PRESIDENTE

Ing. Luis Terán Bazán

SECRETARIO

Ing. Antonio Idrogo Idrogo

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y permitirme dar este paso en mi vida.

A mis padres y hermanos por todo el apoyo recibido y por acompañarme en esta etapa.

A todos los que de alguna manera han contribuido y/o acompañado en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

En primera estancia a mis padres, por haberme permitido nacer en el seno de una gran familia y criarme con sabiduría, dedicación, bondad y amor entre otras, por darme la mano y ayudarme cada vez que desfallecíamos y por estar presente en todos los instantes de mi vida y permitir hacer realidad la culminación de este proyecto.

En segunda estancia a mis profesores quienes día a día, semestre a semestre, hasta el final, estuvieron brindando su apoyo desinteresado, siendo testigos de la lucha y sacrificio en el largo camino. De manera especial a la profesora Ana Juárez Chunga por todos los conocimientos brindados en el curso de Gestión de Residuos Sólidos, gracias a ellos por su dedicación, su compromiso, su compañía, sus consejos, normas, exigencia y preceptos, base fundamental en nuestras vidas.

CONTENIDO

I. Introducción	8
II. Marco de Referencia del Problema	9
1. Antecedentes del problema	9
2. Bases Teóricas Científicas	12
3. Base legal	13
4. Definición de términos básicos	15
III. Diseño Metodológico	17
3.1 Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	17
3.1.1 Métodos	17
3.1.2 Técnica	18
3.1.3 Instrumentos	18
3.2 Plan de procesamiento para análisis de datos	18
IV. Resultados	18
Objetivos	28
Objetivos específicos	28
Base legal	28
Propuesta para el mejoramiento de servicio de barrido manual de RR.SS	30
Propuesta para el mejoramiento de servicio de recolección de RR.SS	32
V. Discusiones	35
VI. Conclusiones	37
VII. Recomendaciones	38
VIII. Referencias bibliográficas	39
IX. Anexos	43

RESUMEN

La presente investigación realiza el diagnóstico del estado actual de la recolección de residuos sólidos del distrito de Oyotún a la vez se busca optimizar el recorrido que debe realizar el vehículo recolector de residuos sólidos por el casco urbano del municipio de dicho distrito, con lo anterior se diseñaron rutas de recolección que abarcan la totalidad de los usuarios de las localidades, considerando variables socioeconómicas dentro del diseño que permiten maximizar los beneficios económicos y ambientales para la ciudad. Se realizó acompañamiento en las jornadas de trabajo para la Georeferenciación, se usó la técnica de observación directa y registro de información para el diseño de las rutas al igual que el uso de la información obtenida en las encuestas a fin de obtener un esquema de recolección más equitativo e incluyente, que permitiera maximizar la cantidad de residuos recogidos, lo cual representa mayor eficiencia y menos impacto ambiental. El desarrollo de la investigación se realizó con el apoyo de la Municipalidad Distrital de Oyotún a través del gestor territorial de la localidad.

Actividad	Actual	Población atendida	Propuesto	Población atendida	Diferencia
Recorrido	16.93 Kl	80%	14.229Kl	80%	2.71Kl
Barrido	1.85 Kl	16%	4.29 Kl	40%	2.84Kl

Palabras clave: Recolección, Residuos Sólidos, Rutas, Oyotún, Optimizar, Eficiencia, Impacto ambiental.

ABSTRACT

The present investigation makes the diagnosis of the current state of the collection of solid waste of the district of Oyotún at the same time it seeks to optimize the route that the solid waste collector vehicle must make through the urban area of the municipality of said district, with the above mentioned designed collection routes that cover all the users of the localities, considering socio-economic variables within the design that maximize the economic and environmental benefits for the city. Accompaniment was carried out in the work days for the georeferencing, the technique of direct observation and registration of information for the design of the routes was used as well as the use of the information obtained in the surveys in order to obtain a collection scheme more equitable and inclusive, which would maximize the amount of waste collected, which represents greater efficiency and less environmental impact. The development of the research was carried out with the support of the District Municipality of Oyotún through the territorial manager of the town.

Activity	Current	Population served	Proposal	Population served	Difference
Travel	16.93 K1	80%	14.229K1	80%	2.71K1
Swept	1.85 K1	16%	4.29 K1	40%	2.84K1

Key words: Collection, Solid Waste, Routes, Oyotún, Optimize, Efficiency, Environmental impact

I. INTRODUCCIÓN

El actual crecimiento económico asociado al incremento de la población en áreas urbanas va estrechamente ligado al incremento de residuos sólidos generados por una sociedad de consumo, este estilo de vida que se orienta a la comodidad, ha contribuido considerablemente al aumento de los residuos sólidos; en nuestro país el manejo de los residuos sólidos constituyen un problema ambiental por la ineficiencia de su recolección convirtiéndose así en un riesgo para la salud humana y el ambiente, la etapa de la recolección de los residuos sólidos se ha convertido en un problema de especial importancia que cobra mayor énfasis cuando los recursos disponibles para su recolección son limitados. La aparición de botaderos clandestinos, es uno de los problemas que acarrea un mal manejo de rutas de recolección y ello se convierte en potenciales focos de infección y transmisión de enfermedades en las ciudades.

Tanto la capacidad de los camiones, las distancias, y el crecimiento acelerado de nuevos centros de población, aunado al mal diseño de las rutas contribuye a que el servicio de recolección no cumpla con las expectativas esperadas de este servicio, generando gasto de combustible en vano y la ineficiencia en el recojo de los residuos sólidos han ido generando puntos críticos en las ciudades y a su vez malestar en los usuarios del servicio de limpieza. El diseño de rutas de recolección es una estrategia a considerar para solucionar, por su elevado costo en el proceso de recolección de residuos.

Los residuos sólidos generados en la ciudad de Ocotlán requieren de un sistema de rutas bien diseñado, esto traerá como consecuencia que el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos municipales sea eficiente. En otras palabras reduce los costos de operación y mantenimiento, se modifica la proporción de las distancias productivas respecto a la distancia total recorrida; se da el servicio a toda la población tal como se ha proyectado; se aprovecha toda la capacidad de los vehículos recolectores; se aprovecha toda la jornada legal de trabajo, se ahorra el combustible y la eficiencia del recojo de los residuos.

En el presente trabajo se plasman los mecanismos necesarios para la recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios, como mecanismo de una adecuada recolección de nuestros residuos sólidos, para de esta manera mantener un medio ambiente limpio y agradable. La recolección adecuada de residuos es necesaria porque permite lograr beneficios políticos, económicos, sociales y ambientales; para este fin se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuál es la estrategia para la optimización del servicio de barrido manual y recolección de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Oytún?, lo que generó el siguiente objetivo general:

Actualizar el sistema de rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Oytún, para lo que fue necesario plantear los siguientes objetivos específicos: Elaborar el diagnóstico situacional del sistema de rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Oytún y Elaborar una propuesta para el mejoramiento del servicio de barrido manual y rediseñar las rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos para ampliar el servicio y mejorar la eficiencia del servicio de limpieza pública.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA:

1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Chávez J. et al. (2016) concluye que la problemática de los residuos sólidos ocurre en toda la sociedad, por ende, es importante saber que todos debemos estar involucrados en el manejo de los mismos, ya que somos conscientes de que la problemática la generamos todos. La participación de los padres de familia y en especial de la municipalidad, es de suma importancia ya que ellos son la máxima autoridad y responsables del manejo de los residuos sólidos en la ciudad, dándole a los residuos un tratamiento y una disposición final adecuada, lo cual mejorará el aspecto ambiental y social.

Según el D.S. 1278 (2016), es competencia de las municipalidades distritales Asegurar una adecuada prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte

de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos así como también promover e implementar progresivamente programas de segregación en la fuente y la recolección selectiva de los residuos sólidos en todo el ámbito de su jurisdicción, facilitando la valorización de los residuos y asegurando una disposición final técnicamente adecuada.

Por lo que se generan botaderos los cuales son la acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Estas acumulaciones existen al margen de la Ley y carecen de autorización. Estos lugares de disposición ilegal de residuos generan focos infecciosos de gran magnitud e impactan negativamente la salud de las personas y el ambiente, toda vez que carecen de control y los residuos no se compactan ni cubren diariamente, lo que produce olores desagradables, gases y líquidos contaminantes (Digesa, 2014).

Municipalidad Distrital de Pitipo (2015) ha efectuado algunas actividades muy reducidas para atenuar la negativa situación ambiental, por ejemplo como ubicar un único lugar de disposición final sin tratamiento (Botadero Municipal a cielo abierto), fijar un itinerario y ruta permanente de recolección, además se desarrolló el estudio de caracterización de residuos sólidos y el Plan de manejo de residuos sólidos.

La creciente generación de residuos sólidos hace necesario que se adopten medidas de gestión oportuna para contrarrestar los impactos ambiental, social y de salud pública que ocasionan el manejo actual de los residuos sólidos. Para mejorar la gestión de los residuos sólidos, es necesario vincular la investigación básica con la investigación aplicada y social, a efecto de definir, diseñar e implementar un plan de gestión de los RSM, que incluya líneas de investigación y líneas de acción e involucre a todos los sectores de la sociedad y a los tres niveles gobierno. (BUENROSTRO et al 2004).

La primera publicación con respecto a problemas de ruteo de vehículos para recolección de residuos propiamente fue hecha en 1974 por Beltrami y Bodin

(Beliën, De Boeck, & Van Ackere, 2012) en donde se exploró técnicas para resolver este tipo de problemas y desde entonces numerosos artículos científicos e investigaciones han sido publicados.

En lo que concierne al diseño y desarrollo de rutas, los problemas de ruteo de recolección de residuos han sido estructurados para todo tipo de material como los residuos sólidos (Antmann, Shi, Celik, & Dai, 2013) (Markov, Varone, & Bierlaire, 2014) (Makan, Malamis, Assobhei, Loizidou, & Mountadar, 2011) (Bardales, 2013) (Brandão, de Matos, da Silva, & Paraíso, 2014), residuos sólidos urbanos (Toso & Alem, 2014) (Soesanto, Halim, & Panjaitan, 2013) (Moreno & Salinas, 2008) (De Souza, 2010), residuos comerciales (Kim, Kim, & Sahoo, 2006), residuos sólidos rurales (Llorente & Yurena, 2014), así como materiales específicos como el papel (Pati, Vrat, & Kumar, 2008), vidrio (Fatih Rahim, 2014) (Beijoco, Semiao, & Zsidgraiová, 2011), residuos industriales (Samanlioglu, 2013) (Alumur & Kara, 2007) (Simón, Demaldé, Hernández, & Carnero, 2012), residuos peligrosos (Méndez, Simón, Palumbo, Chiachera, & Carnero, 2010), cartuchos (Chen, Chan, Chung, & Niu, 2013), aceite vegetal (Aksen, Kaya, Salman, & Akça, 2012), entre otros.

Este tipo de problemas han sido tratados desde diferentes enfoques como lo afirman Beijoco et al. (2011) quienes proponen una metodología para mejorar la recolección y transporte de residuos, el método AHP (Proceso Analítico Jerárquico) es usado para la selección del sistema óptimo de recolección de residuos sólidos (Marković, Janošević, Jovanović, & Nikolić, 2010), mediante simulaciones (Antmann et al., 2013) y los modelos matemáticos. Todas estas herramientas de decisión han sido estudiadas de acuerdo a las condiciones y características propias de cada uno de los lugares e instancias en donde se han analizado.

En esencia el problema de recolección de residuos es un problema tipo ruteo de vehículos (VRP, por sus siglas en inglés *vehicle routing problem*) que consiste en asignar rutas a un conjunto de vehículos para recolectar los residuos de los clientes bajo ciertas restricciones

El costo asociado al recorrido de un enlace cualquiera (i,j) viene dado por los elementos de una matriz C (Méndez et al., 2010) (Sarmiento Lepesqueur & Quintero Araujo, 2014). Entre las restricciones de un VRP clásico se encuentra que cada vértice excepto el origen/depósito debe ser visitado exactamente una vez por un solo vehículo. También que cada ruta de cada vehículo comienza y termina en el origen/depósito y todas las demás restricciones deben ser cumplidas (capacidad, distancia máxima de desplazamiento o duración máxima del tiempo de viaje) (Sarmiento Lepesqueur & Quintero Araujo, 2014) (Makan et al., 2011).

Guevara J. & Medina R. (2016) presenta un plan de manejo de residuos sólidos en la municipalidad de Pitipo. En este trabajo de tesis de grado afirma que n un plan de manejo de residuos sólidos reduce la contaminación porque se inicia con la prevención de residuos, la cual es más conveniente que el tratamiento correctivo, es por ello que cuantos menos residuos se generen, mayor será la eficiencia del sistema y por ende más sostenible.

2. BASES TEÓRICO-CIENTIFICAS

El Ministerio del Ambiente (MINAM) es competente para promover la adecuada gestión de residuos sólidos, conforme al Sistema Nacional de Gestión Ambiental establecido por la Ley N° 28245 Y la aprobación de políticas, planes y programas de gestión integral de residuos sólidos. EL MINAM aprueba la Política Nacional de Residuos Sólidos y coordina con las autoridades sectoriales y municipales para garantizar su cumplimiento, así como la observancia de las disposiciones que regulan el manejo y la gestión de los residuos sólidos. Impulsa la implementación de infraestructuras de residuos sólidos y el Plan de Incentivos para la gestión de residuos sólidos con el objetivo de fortalecer la gestión y el manejo de los mismos. También promueve la elaboración y aplicación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos (PIGARS) en las distintas ciudades del país, de conformidad con lo establecido en el decreto legislativo 1278 - Ley integral de Residuos Sólidos.

Las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción territorial. Para ello, pueden suscribir contratos de prestación de servicios con empresas registradas en la DIGESA, regulando y fiscalizando el manejo y la prestación de dichos servicios. En ese sentido son competentes para planificar la gestión integral de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, compatibilizando los planes de manejo de residuos sólidos de sus distritos y centros poblados menores, con las políticas de desarrollo local y regional, y con sus respectivos planes de acondicionamiento territorial y de desarrollo urbano. (Decreto Legislativo, 1278)

DIGESA, (2006), reconoce que "un residuo sólido, es toda sustancia u objeto que, una vez generado por su actividad humana, no se considera útil o se tiene la intención u obligación de deshacerse de él" clasifica los residuos en 2 en No Peligrosos "son aquellos que al manipularse no representan riesgo a la salud y al ambiente" y Peligrosos "son aquellos que por sus características intrínsecas representan riesgo a la salud y al ambiente".

3. BASE LEGAL

La Constitución Política del Perú, promulgada en el año 1993, de acuerdo al artículo 2 numeral 22, establece que "toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida".

Ley N° 28611 Ley General del Ambiente del 13/06/2005, en su artículo N° 1 menciona que "Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes".

Decreto legislativo 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (LGIRS), en el título 4 capítulo 3 son competencias de las municipalidades distritales; asegurar una adecuada prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos así como también promover e implementar

progresivamente programas de segregación en la fuente y la recolección selectiva de los residuos sólidos en todo el ámbito de su jurisdicción, facilitando la valorización de los residuos y asegurando una disposición final técnicamente adecuada.

Ley General de Salud No. 26842 del 20-07-97, en la cual se reconoce la responsabilidad del Estado frente a la protección de la salud ambiental. En el artículo 103 del capítulo VIII menciona que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental del 20/04/2001, en su artículo 5, inciso b, establece que para los efectos de la clasificación de los proyectos de inversión que queden comprendidos dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la autoridad competente deberá ceñirse, entre otros, al criterio de “la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos”

Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades, en su artículo 80, indica que es una función exclusiva de las municipalidades distritales “Proveer el servicio de limpieza pública, determinando las área de acumulación de desechos, rellenos sanitarios...” y establece como una función exclusiva de las municipalidades provinciales “regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial”.

Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema de Gestión Integral y su Reglamento DS N° 008-2005 PCM, el Sistema Nacional de Gestión Ambiental tiene por finalidad orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente así como contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Ley N° 29419, que regula la actividad de los recicladores, del 06/10/2009, en donde se menciona que “El Estado reconoce la actividad de los recicladores, promueve su formalización e integración a los sistemas de gestión de residuos sólidos de todas las

ciudades del país a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud y de las Municipalidades Provinciales”.

Decreto Legislativo N° 653 Art. 306 – Código Penal – Incumplimiento de las normas relativas al manejo de Residuos Sólidos.

Documento Técnico “Política Nacional de Salud Ambiental 2011 – 2020” R.M. N° 258 – 2011/MINSA

R.M. N° 258 – 2011/MINSA Política Nacional de Salud Ambiental 2011 –2020

4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Ambiente

Compendio de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinante, que influye en la vida materia y psicológica del hombre (Díaz, 1999).

Botadero

Es la acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Estas acumulaciones existen al margen de la Ley y carecen de autorización. (Decreto Legislativo 1278, 2017)

Contaminación Ambiental

Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente (MINAM, 2012).

Disposición final

Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes

afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos. (SEMARNAT, 2012).

Gestión integral de residuos

Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos. (Decreto Legislativo 1278, 2017).

Manifiesto de residuos

Documento técnico administrativo que facilita el seguimiento de todos los residuos sólidos peligrosos transportados desde el lugar de generación hasta su disposición final. El Manifiesto de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos deberá contener información relativa a la fuente de generación, las características de los residuos generados, transporte y disposición final, consignados en formularios especiales que son suscritos por el generador y todos los operadores que participan hasta la disposición final de dichos residuos. (Decreto Legislativo 1278, 2017)

Residuos Solidos

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final. (Decreto legislativo 1278., 2017)

Residuos sólidos municipales

Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción. (Decreto Legislativo 1278, 2017).

Recolección

Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado, y luego continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.

Transporte de residuos sólidos

El transporte de residuos sólidos transferidos desde vehículos de recogida a una instalación o lugar de vertido para un procesamiento o acción adicional.

Residuos de limpieza de espacio público

Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas.

Rutas de recolección

Rutas establecidas seguidas en la recogida de residuos no seleccionados o separados en la fuente, de viviendas, negocios, instalaciones comerciales e industriales y otras localizaciones.

III. DISEÑO METODOLÓGICO:

3.1 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1.1 MÉTODOS

Los métodos utilizados en el desarrollo de la presente tesis son:

- Revisión de diagnóstico de recolección de residuos anteriores
- Levantamiento de la información
- Elaboración de diagnóstico de rutas existentes
- Georeferenciación de las principales calles de la ciudad
- Diseño de rutas de recolección
- Planteamiento de alternativas de mejora para el personal de limpieza

3.1.2. TÉCNICA.

Se usó la técnica de observación directa y registro de información.

3.1.3 INSTRUMENTOS

Para el almacenamiento de los datos obtenidos se utilizó la herramienta informática Excel del paquete de Microsoft Office ya que es un instrumento básico y está a fácil disposición en la cual se elaboró el procesamiento de información de las observaciones, que se han obtenido y de esta misma manera se creó una base de datos.

3.2 PLAN DE PROCESAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DATOS

Para la realización del procesamiento del análisis de datos se empleó la estadística descriptiva y se elaboraron cuadros estadísticos.

IV. RESULTADOS.

Los resultados en general corresponden a las fases para la elaboración del Expediente Técnico de la Propuesta del plan de rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos de Oyotún, correspondiente a dos etapas detalladas a continuación.

Diagnóstico situacional del sistema de rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Oyotún.

DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA:

Tipo de residuos sólidos recolectados por el servicio municipal

Residuos Municipales

Residuos Domiciliarios

Residuos de comercios

Residuos No Municipales

Desmonte

Residuos Hospitalarios

La municipalidad realiza la disposición final de sus residuos sólidos a través de un botadero, el cual si se encuentra en su jurisdicción.

El barrido de las calles del distrito de Oyotún es manual e individual y realizado por un solo operario que tiene a su cargo la limpieza de un determinado sector de la ciudad. El operario solo cuenta para realizar esta labor, como son escobas, recogedores de metal, y carretillas, así como no cuenta con la indumentaria correspondiente.

La recolección de los residuos sólidos es realizada por un conductor además de cuatro operarios y no existe una ruta establecida para el recorrido del vehículo recolector teniendo hasta 3 recogidas diarias, los días lunes y viernes.

El personal no cuenta con los implemento de seguridad, además desconoce acerca de los riesgos ocupacionales y muestra falta de interés en conocerlos, esto los hace vulnerables a la exposición de los residuos, para lo cual es necesaria la capacitación acerca de este tema.

1. SERVICIO DE BARRIDO MANUAL:

Personal y turnos.

El servicio de barrido es brindado por 4 trabajadores que se encargan del servicio de barrido manual de calles pavimentadas, este se realiza en el turno de mañana. Estos trabajadores tienen condición laboral de permanente. La contratación del personal adicional se da de manera directa por necesidad del servicio.

La municipalidad carece de un plan o programa de capacitación del trabajador encargado del servicio de barrido manual que permita la mejora continua de la gestión pública y el desarrollo de competencias y valores del personal. El personal encargado del barrido carece de un lugar donde cambiarse antes de iniciar y después de terminar la jornada diaria y por lo general retorna a su domicilio con la misma ropa y zapatos empleados durante la jornada de trabajo, existiendo la alta posibilidad de generar una posible contaminación por la presencia de microorganismo o contaminante propios de la labor que realiza. De igual manera se carece de servicios sanitarios exclusivos.

En la Municipalidad se carece de proceso o programa de evaluación del desempeño personal y cumplimiento de funciones del trabajador, así como del cumplimiento de las programaciones establecidas en los documentos de gestión institucional, las normas generales de limpieza, el uso correcto del uniforme y el uso correcto del equipo de protección personal.

Rutas.

El servicio de barrido manual brindado en el casco urbano del distrito de Oytún es de 1.77 km lineal y se realiza en las cuadras aledañas al parque y mercado, realizando 0.44 km. Cada uno en promedio siendo un 25 % de efectividad del servicio realizado por cada trabajador.

Según estas apreciaciones Oytún al año 2016 tiene 5518 habitantes, necesitando por lo tanto 5.5 trabajadores para cubrir el servicio de barrido manual, estando con un déficit de 1.5 personas para el servicio de barrido, para todo el distrito, pero no teniendo toda la ciudad asfaltada 4 personas cubren la zona asfaltada del distrito.

Distribución de las rutas de barrido del distrito de Oytún.

Las rutas se detallan a continuación:

PERSONA	TURNO O RECORRIDO	RUTA DE BARRIDO MANUAL	HORA		Km Lineales Aproximados
			DE	A	
P1	Mañana	Inicia Desde (Ca. San José / Ca. Alfonso Ugarte) Hasta (Ca. San José / Ca. Obreros), Luego Desde (Ca. Obreros / Av. Tarapacá) Hasta (Ca. Obreros / Ca. Manuel Soane).	9:30 am	12:30 am	0.35 km
P2	Mañana	Inicia Desde (Av. Tarapacá / Ca. Sucre) Hasta (Av. Tarapacá / Ca. Alfonso Ugarte), Luego Gira Hasta (Ca. Alfonso Ugarte / Ca. Gonzales Prada), Luego Desde (Ca. Alfonso Ugarte / Ca. José Olaya) Hasta (Ca. Cáceres / Ca. José Olaya).	9:30 am	12:30 am	0.60 km
P3	Mañana	Inicia Desde (Av. Tarapacá / Ca. Alfonso Ugarte) Hasta (Av. Tarapacá / Ca. Genaro Silva –Óvalo).	9:30 am	12:30 am	0.43 km
P4	Mañana	Inicia Barriendo Todo El Óvalo De La Av. Tarapacá, Luego Desde (Ca. Cáceres / Ca. José Olaya) Hasta (Ca. Cáceres / Ca. Manuel Soane).	9:30 am	12:30 am	0.39 km

2. SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS:

Vehículo: Actualmente la recolección de residuos sólidos se realiza en un vehículo camión volquete, con una capacidad de 15m³. No siendo exclusivo para el servicio de limpieza pública.



Administración.

El servicio de recolección y transporte de residuos sólidos es administrado directamente por la Municipalidad de Oyotún y comprende: a) la recolección de residuos sólidos (en su lugar de origen o fuente de producción, tipo residuo domiciliario, comercial y de actividades que generan residuos similares) colocados temporalmente en los frentes de los lugares de origen o en lugares predeterminados por la misma población, como es la intersección de las esquinas o en la intersección de las pistas; b) el transporte de los residuos sólidos recolectados hacia el lugar de disposición final que emplea la Municipalidad de manera temporal.

Turnos, Personal y Recorrido:

El servicio está dividido en 3 viajes en un solo turno de 7 horas uno en la mañana a las 6 00 am a 1 00 pm, con un lapso 30 minutos para refrigerio de 10 00 am a 10 30 am; el servicio se brinda los días Lunes y viernes; El servicio de recolección recorre la ciudad sin tener un espacio delimitado entre viaje y viaje, el recorrido termina en el momento que el camión llena su capacidad, implicando algunas veces que el recorrido se extienda si los moradores no sacan sus residuos en el momento que el camión hace el recorrido, así como también el número de viajes puede variar a 2 por falta de residuos: El servicio es cubierto con 01 Chofer y 03 ayudantes.

Actualmente el servicio de recolección se realiza en dos vehículos:

- VEHICULO PLACA (EGO051): 16.93 km lineales aproximados.
- Moto furgón de color azul: El recojo de Residuos Sólidos, se complementa la recolección con un vehículo menor; por lo general, el recorrido de este vehículo no es fijo ni en ruta ni en volumen de residuos recolectados, estando desatinado a recoger en puntos donde el camión no recogió.

Indicadores de cobertura del servicio.

Rendimiento de la recolección de residuos sólidos.

La ruta de recolección a cargo del vehículo Placa EGO051 cubre aproximadamente 13.43 km lineales, realizando un recorrido de 16.93 km sobre este espacio, sobre pasando varias veces por las mismas calles; La efectividad del servicio varía según ciertas características y condiciones tales como el personal asignado, la distancia al sector asignado, si la calle esta asfaltada o no, entre otros.

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) - “Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe”, en las ciudades latinoamericanas, la cobertura promedio de

recolección es de 89% en las ciudades grandes y en las de menor tamaño oscila entre 50 a 70%. La recolección ocupa 0.2 a 0.4 trabajadores por cada 1,000 habitantes dependiendo de la generación por habitante, la concentración predial y el grado de dificultad de la ruta. En promedio cada trabajador recolecta de 2 a 5 Tn/jornada. El equipo más usado es el camión compactador con capacidad de 10 a 15 m³ y dos viajes de 4 a 8 toneladas por turno.

El Ministerio del Ambiente toma como referencia:

- Rango aceptable: 0.35 a 0.75 kg/hab/día (estratos socio -económicos bajo, medio bajo y medio).
- Índice de cobertura: Cobertura de recolección (%), Rango adecuado: 85 - 100%.

Teniendo en cuenta estos parámetros y la generación de residuos del distrito, se tiene una efectividad aproximada del 75% cantidades que están dentro del rango establecido para la ciudad donde se presta el servicio. La cantidad de residuos sólidos (peso o volumen) que recolecta diariamente la municipalidad no se precisa con exactitud, ya que no hay un el pesaje o control.

Se aprecia que el porcentaje de efectividad varía en función de las características y estado de los vehículos recolectores.

Descripción de rutas de recolección del distrito:

Las rutas establecidas en Oytún son tres y se describen en los cuadros anexos:

Cuadro N° 2: Ruta de recolección 1 Vehículo Placa EGO 105.

Unidad de Recolección	Ruta de Recolección	Hora		Km Lineales Aproximados
		De	A	
R1 Placa EGO051	Inicia en la esquina de Av. Tarapacá (Mercado) con Ca. Obreros, hasta la Ca. Chiclayo, luego continúa por la Ca. Ramón Castilla hasta Ca. 28 de Julio, luego regresa por la Av. Tarapacá para ingresar a la Ca. Augusto B. Leguía, luego continúa por Ca. José Olaya hasta Ca. Díaz Orrego, luego ingresa por la Ca. Miguel Grau continúa por Ca. José Olaya, luego ingresa al Sector Santa Rosa por la Ca. San Martín, regresa por la misma y se une a Av. Tarapacá hasta Ca. Alfonso Ugarte, luego regresa e ingresa por Ca. Sucre, continúa por Ca. Antenor Orrego hasta Ca. Augusto B. Leguía, continúa su recorrido por Ca. Garcilazo de la Vega hasta Ca. 7 de Junio, regresa por la misma hasta Ca. Trujillo, continúa por Ca. José Olaya hasta Ca. Bolognesi, ingresa por Ca. Gonzáles Prada, Acequia Algarrobal, hasta Ca 3, continúa por Ca. C hasta Ca. Calderón, ingresa por la Ca. San Martín hasta Ca. Bolognesi, continúa por Ca. Antenor Orrego, da una vuelta por; Ca. Progreso, Ca.	06:00 am	1:00 pm	16.93

	Garcilazo de la Vega, Ca. 7 de Junio, sigue por Ca. Antenor Orrego, hasta Ca. Chiclayo, luego continúa su recorrido por la Acequia El Algarrobal hasta Ca. Cáceres, luego por Ca. José Olaya, sigue por Ca. Obreros hasta Ca. Manuel Soane, recorre finalmente por Ca. Manuel Soane hasta la Ca. Augusto B. Leguía y retorna por la misma para culminar en el Camal Municipal			
--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

3. Propuesta Para El Mejoramiento Del Servicio De Barrido Manual Y Rediseñar Las Rutas De Barrido Manual Y Recolección De Residuos Sólidos Para Ampliar El Servicio Y Mejorar La Eficiencia Del Servicio De Limpieza Pública.

En la actualidad, el crecimiento de las poblaciones viene acompañado del incremento de la cantidad de residuos sólidos y de los problemas que trae la gestión y el manejo de estos. La gestión y el manejo de los residuos sólidos son de carácter trascendental para poder evitar diversos problemas tanto sociales como ambientales. En el caso concreto del distrito de Oytún que está en considerable aumento, conlleva a que los gobiernos locales enfrenten dicho problema sin ninguna planificación, lo que trae por consecuencia la mala gestión de los residuos sólidos actual. Por lo tanto es necesario afrontar las carencias en el manejo de los residuos con soluciones puntuales que vengán acompañadas con una sostenibilidad a medio y largo plazo y que no perjudiquen a la comunidad y/o terceras personas en los aspectos de salud y del medio ambiente.

En países de ingreso bajo y medio, el costo de los servicios municipales de recogida de residuos representa frecuentemente entre la quinta parte y la mitad del presupuesto de la ciudad, a pesar de lo cual queda sin recoger una gran parte de los residuos sólidos. La cantidad de residuos sólidos generados per cápita es inferior en zonas pobres, pero éstas suelen recibir un nivel inferior de servicio, en muchos casos debido a problemas de vías es que los métodos convencionales de recojo de residuos son casi imposibles. Incluso cuando los presupuestos municipales de recogida de residuos son suficientes, la eliminación apropiada de los residuos recolectados continúa siendo un problema. Los botaderos y el vertido sin control en depresiones del terreno siguen siendo los principales métodos de eliminación de los residuos en muchos países en desarrollo; sólo unas pocas ciudades han adoptado como norma los rellenos sanitarios.

La recogida inadecuada y la eliminación no controlada plantean muchos problemas para la salud y la productividad de los seres humanos. Los residuos sin recoger arrojadas en zonas públicas o en cursos de agua contribuyen a la propagación de enfermedades.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Actualizar el sistema de rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Oytún.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Elaborar el diagnóstico situacional del sistema de rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Oytún.

Elaborar una propuesta para el mejoramiento del servicio de barrido manual y rediseñar las rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos para ampliar el servicio y mejorar la eficiencia del servicio de limpieza pública.

BASE LEGAL

Constitución Política del Perú, 1993.

Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

D.S. N° 012-2009-MINAM, Política Nacional del Ambiente.

“Inc. 3. Impulsar campañas nacionales de educación y sensibilización ambiental para mejorar las conductas respecto del arrojo de basura y fomentar la **reducción, segregación, reúso y reciclaje.**”

Decreto legislativo 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (LGIRS).

Ley 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.

D.S. N° 009-2009, Medidas de ecoeficiencia para el sector público.

D.S. N° 011-2010, Modificatoria del D.S. N° 009-2009.

D.S. N° 014-2011-MINAM, Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANAA PERÚ: 2011-2021.

Tiene como objetivo general mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

R.M. N° 258-2011/MINSA, Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020.

Ley N° 26842, Ley General de Salud.

Establece que toda persona natural o jurídica, esta impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente. Si la contaminación del ambiente significa riesgo o daño a la salud de las personas, la Autoridad de salud dictará las medidas de prevención y control indispensables para que cesen los actos o hechos.

D.S. N° 017-2012-ED, Política Nacional de Educación Ambiental.

Es un instrumento que permite desarrollar la educación, cultura y ciudadanía ambiental nacional orientada a la formación de una sociedad peruana sostenible, competitiva y con identidad.

R. M. N° 191-2016 MINAM, Plan Nacional de Gestión integral de Residuos Sólidos 2016 – 2024.

Tiene dentro de sus tres objetivos específicos el promover la adopción de modalidades de consumo sostenibles y reducir al mínimo la generación de residuos sólidos y aumentar al máximo la reutilización y el reciclaje ambientalmente aceptables de los mismos.

D. S. N° 016-2016-MINEDU, Plan Nacional de Educación Ambiental 2017 – 2022.

4.2.4. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE RUTAS DE BARRIDO MANUAL Y RECOLECCIÓN DE R.R.S.S.

Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada uno debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad.

Cada ruta deberá ser compacta, abarcando un área geográfica y estar balanceada.

El tiempo total de cada ruta deberá ser razonablemente el mismo.

Las calles de un solo sentido la recolección se hará desde el principio de ellas.

Se deberán minimizar las vueltas en U y a la izquierda.

Las zonas más altas serán atendidas primero.

Generalmente, cuando sólo se recolecta de un lado de la acera, es preferible rodear las manzanas.

Cuando la recolección es por los dos lados de la acera, es preferible recolectar en línea recta por varias manzanas.

Tratar de aumentar la distancia productiva en relación a la distancia total.

En lo posible hay que tratar de recoger simultáneamente ambos costados de la calle.

Debe respetarse el sentido de la circulación.

Se deberán minimizar o evitar los giros a la izquierda y las vueltas en U porque hacen perder tiempo, son peligrosos y obstaculizan el tránsito.

Calles con mucho tránsito deben recorrerse en las horas en que éste disminuye.

Cuando hay estacionamiento de vehículos, hay que procurar efectuar la recolección en los momentos en que la vía está más despejada.

En el caso de calles muy cortas o sin salida, es preferible que los camiones recolectores no entren en ellas, sino que esperen en la esquina y que el personal vaya a buscar los botes con basura.

PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE BARRIDO MANUAL DE R.R.S.S.

Implementar periódicamente a los trabajadores con equipos de protección personal.

Orientar a los trabajadores que usen los Guantes para evitar cortes y algún tipo de contaminación.

Establecer centros de acopio cercanos a las rutas de barrido para evitar que los trabajadores tengan que ir hasta el equipo mecánico a dejar sus residuos.

Realizar una nueva distribución de las rutas de barrido manual para mejorar la eficiencia del servicio: esto debido a que la mayoría de trabajadores tienen rutas de barrido muy extensas y con una distribución de calles en forma desordenada y conlleva a que los trabajadores demoren más de lo habitual en realizar sus labores.

Realizar Charlas y Capacitaciones dirigidas al personal del servicio de barrido con respecto a la manipulación de residuos peligrosos, para evitar riesgos a la salud del trabajador.

Realizar campañas de Educación Ambiental dirigidas a la población con respecto al manejo adecuado de los R.R.S.S.

Informar a la población respecto a los horarios de recojo de los Residuos Sólidos, para evitar que se acumulen los residuos después que ya ha pasado el camión recolector y, así facilitar el trabajo al personal encargo del servicio de barrido.

Organizar, dirigir, ejecutar y controlar las actividades del servicio de Barrido de vías, espacios públicos, parques y jardines en concordancia con las disposiciones técnicas establecidas.

Proponer y ejecutar acciones para lograr mayor eficiencia del Personal, evitando el reciclaje por los trabajadores en horas de trabajo.

Supervisar al personal para cerciorarse que estén realizando sus labores correspondientes durante el horario de trabajo establecido.

Supervisar y orientar al personal que recojan los residuos de limpieza de parques y jardines (Desmonte), ya que se ha observado que algunos trabajadores no recogen estos residuos.

Incidir en las normas de seguridad que deben tener los trabajadores, principalmente en no alimentarse mientras realizan el servicio.

Aspectos a Considerar en las Rutas de Recolección

Número y tipo de equipo seleccionado.

Tamaño de la tripulación.

Frecuencia de recolección.

Distancia entre paradas y estaciones.

Distancia al sitio de transferencia o disposición final.

Maniobrabilidad de los contenedores.

Topografía del terreno.

Tráfico en la ruta.

Condiciones de los caminos.

Optimización del barrido:

De acuerdo a la distribución actual se puede optimizar las 4 rutas existentes en el barrido del distrito, como se detalla a continuación.

PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE R.R.S.S.

Supervisar que el Servicio de Recolección de Residuos Sólidos se realice por la ruta establecida y se cubran todos los sectores.

Capacitar a los funcionarios y personal operativo del servicio de limpieza pública en gestión de R.R.S.S.

Campaña de difusión de frecuencias y horarios de recojo de residuos en medios de comunicación masiva.

Implementar programa de recolección selectiva en centros comerciales y empresas privadas.

Promover la participación de los agentes generadores de residuos sólidos

Implementar un plan de Mantenimiento y Reposición de Maquinaria, equipos y EPPs.

Mallas Sobre los RRSS Recolectados en los Vehículos Transportadores de ser el caso.

Se propone las siguientes rutas, con la finalidad de optimizar los recorridos sin reducir el servicio teniendo un total de 14 229. kilómetros lineales, con una diferencia de 2.71 kilómetros lineales de la ruta actual:

UNIDAD DE RECOLECCIÓN	RUTA DE RECOLECCIÓN	HORA		Km Lineales Aproximados
		DE	A	
R1 Placa EGO051	Inicia en la esquina de Av. Tarapacá con Ca. Alfonso Ugarte continúa por Ca. San Martín, ingresa y retorna por la misma al Sector Santa Rosa, hasta Ca.1, continúa por Ca. José Olaya hasta Ca. Bolgnesi, ingresa por Ca. Gonzáles Prada, Acequia Algarrobal, hasta Ca 3, continúa por Ca. C, Ca. San Martín hasta Ca. Bolognesi, continúa por Ca. Antenor Orrego, hasta Ca. Augusto B. Leguía, continúa por Ca. José Olaya, hasta Ca. Obreros, continúa por la Av. Tarapacá, hasta la Ca. Chiclayo, luego continúa por la Ca. Ramón Castilla hasta Ca. 28 de Julio, luego regresa por la Av. Tarapacá para ingresar a la Ca. Augusto B. Leguía, luego continúa por Ca. José Olaya hasta Ca. Díaz Orrego, luego ingresa por la Ca. Miguel Grau hasta Ca. Augusto B. Leguía, ingresa por la Acequia El Algarrobal hasta Ca. Chiclayo, continúa por Ca. Antenor Orrego hasta Ca. Augusto B. Leguía, continúa su recorrido por Ca. Garcilazo de la Vega, ingresa por Ca. 7 de Junio, luego por Ca.	06:00 am	01:00 pm	14.229

	Antenor Orrego, por Ca. El Progreso, continúa su recorrido por Ca. Garcilazo de la Vega hasta Ca. Rodríguez hasta Ca. José Olaya, ingresa por Ca. Trujillo hasta la Ca. Manuel Soane para culminar su recorrido en el Camal Municipal.			
--	--	--	--	--

V. DISCUSIONES.

Según el D.S. 1278 (2016), es competencia de las municipalidades distritales Asegurar una adecuada prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos así como también promover e implementar progresivamente programas de segregación en la fuente y la recolección selectiva de los residuos sólidos en todo el ámbito de su jurisdicción, facilitando la valorización de los residuos y asegurando una disposición final técnicamente adecuada. La municipalidad de Oytún no es ajena a esta competencia y viene mejorando paulatinamente cada uno de los problemas que se presentan en el manejo de los residuos especialmente en la disposición final y la cobertura adecuada del servicio de limpieza pública.

Según Digesa, (2014), Los botaderos son la acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Estas acumulaciones existen al margen de la Ley y carecen de autorización. La municipalidad de Oytún a través de la actualización y optimización de las rutas busca reducir este problema de la generación de puntos críticos a los alrededores de la ciudad.

Municipalidad Distrital de Pítipa (2015) ha efectuado algunas actividades muy reducidas para atenuar la negativa situación ambiental, por ejemplo como ubicar un único lugar de disposición final sin tratamiento (Botadero Municipal a cielo abierto), fijar un itinerario y ruta permanente de recolección, además se desarrolló el estudio de caracterización de residuos sólidos y el Plan de manejo de residuos sólidos. Con la actualización del plan de rutas se pudo establecer un itinerario y rutas fijas para la recolección optimizando los recursos económicos para la actividad.

El presente estudio tubo como resultados que la optimización es la solución al desabastecimiento del servicio de barrido y recolección, coincidiendo con lo manifestado con los trabajos realizados por diferentes autores que manifiestan que: En lo que concierne al diseño y desarrollo de rutas, los problemas de ruteo de

recolección de residuos han sido estructurados para todo tipo de material como los residuos sólidos (Antmann, Shi, Celik, & Dai, 2013) (Markov, Varone, & Bierlaire, 2014) (Makan, Malamis, Assobhei, Loizidou, & Mountadar, 2011) (Bardales, 2013) (Brandão, de Matos, da Silva, & Paraíso, 2014), residuos sólidos urbanos (Toso & Alem, 2014) (Soesanto, Halim, & Panjaitan, 2013)(Moreno & Salinas, 2008) (De Souza, 2010), residuos comerciales (Kim, Kim, & Sahoo, 2006), residuos sólidos rurales (Llorente & Yurena, 2014), así como materiales específicos como el papel (Pati, Vrat, & Kumar, 2008), vidrio (Fatih Rahim, 2014) (Beijoco, Semiao, & Zsidgraiová, 2011), residuos industriales (Samanlioglu, 2013) (Alumur & Kara, 2007) (Simón, Demaldé, Hernández, & Carnero, 2012), residuos peligrosos (Méndez, Simón, Palumbo, Chiachera, & Carnero, 2010), cartuchos (Chen, Chan, Chung, & Niu, 2013), aceite vegetal (Aksen, Kaya, Salman, & Akça, 2012), entre otros.

De los resultados de la optimización de rutas de barrido y recolección se confirma lo manifestado por Méndez et al.,(2010), Sarmiento & Quintero (2014). que el costo asociado al recorrido de un enlace cualquiera (i,j) viene dado por los elementos de una matriz C Entre las restricciones de un VRP clásico se encuentra que cada vértice excepto el origen/depósito debe ser visitado exactamente una vez por un solo vehículo.

VI. CONCLUSIONES.

Se elaboró el diagnóstico situacional del sistema de rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Oytún, donde se encontró deficiencia en el servicio de barrido y recolección de los residuos sólidos, que no permitía cumplir con la cobertura del servicio adecuadamente.

Se elaboró una propuesta para el mejoramiento del servicio de barrido manual y rediseñar las rutas de barrido manual y recolección de residuos sólidos para ampliar el servicio y mejorar la eficiencia del servicio de limpieza pública., logrando optimizar más del 100% de kilómetros lineales para el barrido y 2.71 kilómetros lineales menos de recorrido para el recojo de residuos, reduciendo así el gasto diario de combustible, el cual se verá reflejado al mes. Así mismo se logra cubrir mayor número de calles.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que con la finalidad de reducir el volumen de los Residuos Sólidos la Municipalidad distrital de Oytún establezca un Programa de Segregación en la fuente y un Programa de Valorización de Residuos Orgánicos, en este último para la generación de Compost y en el caso de la Segregación en la fuente para los Residuos Inorgánicos.

Establecer un plan con la finalidad de implementar la construcción de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos del distrito de Oytún.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anuario de Estadísticas ambientales (2014). INEI. Cap. 5 Residuos Sólidos. Perú.

Aksen, D., Kaya, O., Salman, F. S., & Akça, Y. (2012). Selective and periodic inventory routing problem for waste vegetable oil collection. *Optimization Letters*, 6(6), 1063-1080.

Alumur, S., & Kara, B. Y. (2007). A new model for the hazardous waste location-routing problem. *Computers & Operations Research*, 34(5), 1406-1423.

Antmann, E. D., Shi, X., Celik, N., & Dai, Y. (2013). Continuous-discrete simulation-based decision making framework for solid waste management and recycling programs. *Computers & Industrial Engineering*, 65(3), 438-454.

Beliën, J., De Boeck, L., & Van Ackere, J. (2012). Municipal Solid Waste Collection and Management Problems: A Literature Review. *Transportation Science*, 48(1), 78-102.

Beijoco, F., Semiao, V., & Zsidgraiová, Z. (2011). Optimization of a Municipal Solid Waste Collection And Transportation System.

Brandão, T., de Matos, L., da Silva, M., & Paraíso, R. (2014). Optimization of Planning Routes in Solid Waste Collection.

Chen, Y. T., Chan, F. T. S., Chung, S. H., & Niu, B. (2013, septiembre). Closed-Loop Supply Chain Network Optimization For Hong Kong Cartridge Recycling Industry. ISS & MLB.

D.S N° 1278 - Ley General de Residuos Sólidos Disposiciones Complementarias, Transitorias y Finales “Décima.- Definición de terminos. (2017) Diario el Peruano.

Fatih Rahim, C. S. (2014). A location-routing problem in glass recycling. *Annals of Operations Research*, 223(1), 329-353.

Garriguez. (2003). Manual para la gestión de residuos urbanos. El consultor de los ayuntamientos y de los juzgados. Ecoiuris. Madrid. 090 pp.

Guevara, J. & Medina R. (2016) Plan de gestión y manejo de residuos sólidos del distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque. Universidad de Lambayeque. Chiclayo, Perú.

Kim, B.-I., Kim, S., & Sahoo, S. (2006). Waste collection vehicle routing problem with time windows. *Computers & Operations Research*, 33(12), 3624-3642.

Marković, D., Janošević, D., Jovanović, M. L., & Nikolić, V. (2010). Application method for optimization in solid waste management system in the city of Niš. *Facta universitatis-series: Mechanical Engineering*, 8(1), 63–76.

Makan, A., Malamis, D., Assobhei, O., Loizidou, M., & Mountadar, M. (2011). Solid waste management: case of collection and Vehicle Routing Problem in the city of 106 Azemmour,

Morocco. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 6(4), 247-255.

Llorente, A., & Yurena, T. (2014). Optimización de rutas de recogida de residuos en zonas mixtas urbana-rurales y orografía singular.

Méndez, A., Simón, S., Palumbo, D., Chiachera, E., & Carnero, M. (2010). Dos Enfoques para la Solución del Problema de Ruteo De Vehículos (CVRP): Aplicación a un Caso Real de Recolección de Residuos. *Mecánica Computacional*, XXIX, 9367-9377.

MINAM. (2012). Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana. Lima, Perú.

Municipalidad Distrital de Pítipo. (2015). Plan de manejo de residuos sólidos del Distrito de Pítipo. Lambayeque, Perú.

Ojeda C. & Rojas B. (2010) "Diseño de la planta piloto de tratamiento y disposición final de residuos sólidos para la universidad nacional del centro del Perú". Universidad Nacional del Centro. Huancayo, Perú.

Pati, R. K., Vrat, P., & Kumar, P. (2008). A goal programming model for paper recycling system. *Omega*, 36(3), 405-417.

Samanlioglu, F. (2013). A multi-objective mathematical model for the industrial hazardous waste location-routing problem. *European Journal of Operational Research*, 226(2), 332-340.

Sarmiento Lepesqueur, A., & Quintero Araujo, C. L. (2014, marzo 11). *Estudio del problema de ruteo de vehículos con balance de carga :Aplicación de la meta-heurística Búsqueda Tabú*. (Thesis).

Simón, S., Demaldé, J., Hernández, J., & Carnero, M. (2012). Optimización de Recorridos para la Recolección de Residuos Infecciosos. *Información tecnológica*, 23(4), 125-132.

Soesanto, F., Halim, S., & Panjaitan, T. W. S. (2013). Garbage Trucks Routing in Surabaya. En *Garbage Trucks Routing in Surabaya*. Kuta - Bali - Indonesia: Petra Christian University.

Toso, E. A. V., & Alem, D. (2014). Effective location models for sorting recyclables in public management. *European Journal of Operational Research*, 234(3), 839-860.

IX.ANEXOS

ANEXO N° 01: EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Se debe contar con EPP que permita mantener seguro al personal durante sus labores de trabajo, de esa manera se evitarán cortes o heridas, golpes y enfermedades. A continuación, se describen los que el personal de limpieza pública debe utilizar:

Protección	Equipo	Características	Riesgos que cubre
Extremidades y tronco	Ropa de trabajo (uniforme) 	Uniforme resistente y confortable de color azulino y con cinta reflectiva de 2 pulgadas de ancho. En el caso de madres gestantes, utilizar overol de maternidad.	Gérmenes, salpicaduras, frío y calor en el trabajo.
Cabeza	Gorro 	Gorra que cubra el cabello (recolección).	Gérmenes que afectan el cuero cabelludo, la insolación, dolor de cabeza por el sol.
	Casco 	Casco resistente a los golpes (centro de acopio).	Casco para proteger de golpes.
Ojos	Anteojos 	Anteojos sin aberturas a los costados.	Protección del polvo, vapores, salpicaduras.
Pies	Botas, zapatos o zapatillas 	Botas de cuero con punta de acero (Centro de acopio) Zapatillas o zapatos (Recolección).	Golpes y/o caída de objetos, resbalones.
Manos	Guantes 	Guantes de cuero y/o Guantes de nitrilo.	Cortes con objetos, quemaduras y contacto con gérmenes.
Nariz	Mascarilla 	Mascarilla con filtro de repuesto.	Inhalación de polvo, vapor, humo, gases.
Oído	Tapones auditivos 	Tapones auditivos de espuma (centro de acopio).	Ruidos fuertes que ocasionan pérdida de audición.

Fuente: Guía de Capacitación a Recicladores para su Inserción en los Programas de Formalización Municipal – MINAM: 2010

